

# FOLIA FORESTALIA<sup>377</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1979

---

---

MATTI KÄRKKÄINEN

KOIVUTUKKIEN TARKISTUSMITTAUKSIA

CONTROL MEASUREMENTS OF  
BIRCH LOGS

- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.  
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.  
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).  
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta.  
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.  
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.  
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.  
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätoissa.  
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.  
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.  
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.  
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoituminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.  
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.  
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.  
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiuhonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla.  
Massenermittlung am stehenden Holz und Stamzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.  
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.  
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.  
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia.  
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonossa.  
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.
- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.  
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.



FOLIA FORESTALIA 377

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1979

Matti Kärkkäinen

KOIVUTUKKIEN TARKISTUSMITTAUKSIA

Control measurements of birch logs

ODC 526.5:176.1 *Betula pendula* & *B. pubescens*  
ISBN 951-40-0371-3  
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Abstract: Control measurements of birch logs. *Folia For.* 377:1—21.

Tutkimuksessa tarkastellaan 31 koivutukkierän (841 tukkia) perusteella, kuinka täsmällisiä tuloksia tilavuudesta saadaan määrittämällä tilavuus latvaläpimitan ja pituuden perusteella *Folia Forestalia* 287:ssä olevien muuntolukujen avulla. Lisäksi esitetään havaintoja koivutukkien tilavuusmittaukseen vaikuttavista tekijöistä. — Tutkimusaineistossa aiheutti *Folia Forestalia* 287:ssä esitettyjen latvaläpimittaluokittaisten muuntolukujen käyttö lievää tilavuuden yliarviointia, kun tukkien epäpyöreyyttä ei otettu huomioon ja pituutena pidettiin nimellispituutta. Jos epäpyöreys otetaan huomioon tilavuutta vähentävänä tekijänä, kuvattu menetelmä aiheuttaa selvää tilavuuden yliarviointia. Mittauseräkohtaisesti tulokset vaihtelivat enemmän käytettäessä latvaläpimitaan perustuvaa mittausta ja *Folia Forestalia* 287:ssä esitettyjä muuntolukuja kuin käyttämällä keskustilavuutta. Kiintoisaa oli, että vaakasuorassa mitattu läpimitta oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin pystysuorassa mitattu. Tämä johtunee lenkojen tukkien asettumisesta teloilla määräsantoon.

---

The precision of the method described in *Folia For.* 287 is analyzed on the basis of measurements made on 31 birch log lots (total number of logs 841). In addition, observations on the factors affecting volume measurement are presented. In the study material the method gave a slight overestimation of the volume when the irregularity of the cross-section was not taken into account, and the length used was the nominal length. If the irregularity is taken into account as it decreases the volume, the volume derived from the mid-point diameter of logs is quite satisfactory, the method described in *Folia For.* 287 in this case giving a distinct overestimation. The precision in various lots varies more using the described method than the mid-point diameter volume. One interesting observation was that the horizontal diameter was larger than the vertical one, the difference being statistically significant.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. AINEISTO .....	4
3. TULOKSET .....	5
31. Aineiston luonne .....	5
32. Tukkien poikkeaminen nimellispiteudesta .....	7
33. Tarkkaa pituutta ja nimellispiteutta vastaavan tilavuuden ero .....	9
34. Nimellispiteutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero .....	10
35. Taulukkotilavuuden ja nimellispiteutta vastaavan tilavuuden ero .....	13
36. Mittaussuunnan ja epäpyöreiden tarkastelua .....	14
37. Mittaussuunnan ja epäpyöreiden huomioon ottaminen mittauksessa .....	17
4. MITTAUSMENETELMIEN VERTAILUA KESKIMÄÄRIN JA LEIMIKOITAIN .....	18
5. YHDISTELMÄ .....	20
KIRJALLISUUTTA .....	21



## 1. JOHDANTO

Äskettäin on ilmestynyt tutkimus (Folia For. 287), jossa on tarkasteltu mahdollisuuksia siirtyä koivutukkien mittauksessa kuorellisen latvaläpimitan ja pituuden perusteella tapahtuvaan kiintotilavuuden määrittämiseen (Heiskanen ja Salmi 1976). Tämän tutkimuksen perusteella on laadittu taulukko, josta ilmenee tukin kuorellinen kiintotilavuus latvaläpimitan ollessa 13—35 cm (2 cm luokkaväli) ja pituuden 31—73 dm (3 dm luokkaväli). — Taulukko perustuu yli 6 000 koivutukin mittaukseen (Rikkonen 1974, Heiskanen ja Salmi 1976).

Parhaita keinoja esitettyjen lukujen pätevyyden kontrolloimiseksi on kokeilla niitä riippumattomaan aineistoon. Tällöin voidaan todeta, missä määrin oikeita tuloksia saadaan yksittäistapauksissa käyttämällä

laajaan aineistoon perustuvia keskimääräisiä lukuja.

Esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää empiirisen aineiston avulla, millaisia tuloksia tukkien kiintotilavuudesta saadaan yksittäisten koivutukkierien mittauksessa käytettäessä mainittuja keskimääräisiä lukuja. Lisäksi tavoitteena on selvittää, millaisia ovat koivuvaneritukkien mittaukseen vaikuttavat ominaisuudet.

Mitatut tukit olivat Puulaaki Oy:n, Metsäliiton Teollisuus Oy:n ja Oy Wilh. Schauman Ab:n omaisuutta. Aineiston mittasivat mt. Pertti Laakson johdolla tutkimusapulaiset Tarja Björklund, Tarja Hollo ja Pekka Huttunen. Atk-käsittelystä vastasi Tarja Björklund. Piirroksat teki rva Leena Muronranta ja konekirjoitustyön rva Aune Rytönen. Käsikirjoituksen lukivat vs. prof. Pertti Harstela, prof. Olavi Huikari ja MH Juhani Salmi. — Kiitän saamastani tuesta.

## 2. AINEISTO

Kesäkuussa 1978 mitattiin Etelä- ja Keski-Suomesta kaikkiaan 31 koivutukkierää kokonaan tai osittain. Tukkien lukumäärä oli 841. Mittauserien sijainti ilmenee taulukosta 1.

Jotta vertailumahdollisuus olisi aikaisempiin tutkimuksiin mahdollisimman hyvä, mittaukset tehtiin Heiskanen ja Salmen (1976) ohjeen mukaisesti. Näin ollen jokaisesta tukista mitattiin pituus senttimetrin tarkkuudella sekä kuorelliset läpimitat vaakasuorassa suunnassa 25, 75, 150, 250 jne. senttimetrin päässä tyvestä. Lisäksi mitattiin tukin latvaosasta tasametrimäärän ylittävän osan pituus ja läpimitta näin saadun pätkän pituuden puolivälistä.

Edellä esitettyjen läpimittojen lisäksi mitattiin tukin pituuden puolivälistä ja latvasta läpimitta vaakasuorassa suunnassa sekä kohtisuoraan sitä vasten. Lisäksi etsittiin ohuin läpimitta ja sitä vasten kohtisuorassa oleva läpimitta. — Kaikki läpimittojen mittaukset tehtiin millimetrin tarkkuudella.

Teknisistä syistä kaikki mitattavat tukit olivat kahden telan päällä.

Täsmällisen vertailun mahdollistamiseksi tilavuus laskettiin samalla tavalla kuin Heiskanen ja Salmen (1976) tutkimuksessa. Näin ollen kiintotilavuus määritettiin Huberin kaavan avulla. Tyvestä lukien kaksi ensimmäistä pätkää laskettiin puolen metrin pituisen sylinterin kaavalla. Tämän jälkeen olevien pätkien tilavuus laskettiin metrin pituisen sylinterin kaavalla. Viimeisen pätkän tilavuus laskettiin sen pituuden ja pituuden puolivälistä todetun läpimitan avulla.

Pääasiallisimmat tulokset tilavuudesta perustuvat vaakasuorassa suunnassa mitattuihin läpimittoihin. Epäpyöreyskysymyksen selvittämiseksi laskettiin tuloksia myös muiden läpimittojen perusteella. Lisäksi laskennassa tarkasteltiin 2 cm luokkavälin käyttämisen merkitystä läpimitan mittauksessa tulosten tarkkuuden kannalta. Edelleen selvitettiin tehtyjen pituusmittausten avulla, millainen oli tarkan pituuden ja nimellispituuden ero. Nimellispituus määritettiin yleisesti käytetyn menettelytavan mukaisesti ottamalla huomioon, että tukin todellinen pituus saa olla korkeintaan 3 cm alhaisempi kuin nimellispituus. — Itse asiassa ohjelehtisissä

mainitaan, että vaadittava tarkkuus on  $\pm 3$  cm (esim. Uudistuva puutavaran... 1973), mutta tämän voinee tulkita kaupallisessa toiminnassa edellä esitetyllä tavalla. Ymmärrettävää nimittäin on, ettei ostaja ole velvollinen ottamaan alimittaista puutavaraa.

Tulosten oikeaksi tulkitsemiseksi on huomattava, että nimellispituus määritettiin mittaamalla. Esimerkiksi jos tukin tarkka pituus oli 480, 486, 487, 495 tai 515 cm, vastaavat nimellispiteudet olivat 46, 46, 49, 49 ja 49 dm. — Tässä yhteydessä huomiota ei ole siis kiinnitetty hakkuumiehen tekemiin pituusmerkintöihin.

Jotta nimellispituutta vastaava tukin tilavuus saataisiin lasketuksi oikein, laskettiin latvaläpimitan ja viimeisen pätjän puolivälistä mitatun läpimitan avulla lineaarinen yhtälö, joka kuvaa läpimitan muuttumista tukin latvassa. Tämän yhtälön avulla laskettiin nimellispituutta vastaavan tukin läpimitta ja läpimitta sitä vastaavan viimeisen pätjän pituuden puolivälistä. Näitä läpimittoja käyttäen tukin tilavuus saatiin lasketuksi siten kuin se olisi tapahtunut silloin, jos tukki olisi todella katkaistu nimellispiteutensa mukaisesti.

Tulosten tulkintaa varten on vielä korostettava, ettei varsinaista otantaa käytetty aineiston hankkimisessa. Mittauserät saatiin mittaamalla kaikki tietynä aikana tietyllä alueella olevat mittauskelpoiset koivutukkierät tai niiden mittausteknisesti helposti mitattava osa. Käytännössä aineisto on saatu lähinnä satunnaisotantaa vastaavalla tavalla, joskaan alueellisesta ja etenkin ajallisesta edustavuudesta ei voida olla varmoja mittauksen keskittyessä vuoden yhteen kuukauteen. Muun muassa mittausajankohdasta johtuu, että aineistossa on ilmeisesti keskimääräistä enemmän metsänomistajien omista toimitushakkuista kertyneitä koivuvaneritukkeja.

Taulukko 1. Tutkimusaineisto.  
Table 1. Investigation material.

Mittauserä <i>Measurement lot</i>	Paikkakunta <i>Locality</i>	Tukkeja <i>Number of logs</i>	Tukkien keskimääräinen — <i>Log average</i>			
			pituus <i>length</i>	keskus- läpimitta <i>mid-point diameter</i>	latva- läpimitta <i>top diameter</i>	tilavuus <i>volume</i>
			cm	mm	mm	dm <sup>3</sup>
1	Jämsänkoski	59	527	231	211	233
2	"	78	489	231	214	213
3	Keuruu	20	522	222	208	213
4	"	19	549	215	194	214
5	"	39	494	225	208	206
6	"	25	485	226	210	204
7	"	46	511	224	202	215
8	"	60	508	244	227	255
9	"	23	512	220	205	210
10	"	26	524	210	192	191
11	"	27	526	216	200	206
12	"	21	497	218	200	194
13	"	30	537	220	205	216
14	"	20	506	222	201	202
15	"	29	508	219	198	198
16	"	13	559	205	193	196
17	"	16	481	230	212	220
18	"	17	601	196	182	187
19	Inkoo	28	485	235	213	231
20	Karjaa	28	496	236	218	225
21	"	30	445	250	235	242
22	Loppi	7	517	250	219	266
23	"	30	504	267	246	300
24	Karkkila	19	481	251	233	267
25	"	18	458	236	214	237
26	"	10	497	242	230	257
27	"	20	538	204	189	185
28	"	20	517	202	189	179
29	Pusula	10	576	292	263	232
30	"	13	501	216	201	196
31	Somero	40	479	211	197	184
Yht. — <i>Total</i>		841	507	228	210	221

3. TULOKSET

31. Aineiston luonne

Taulukossa 1 on esitetty tutkimusaineisto mittauserittäin. Keskimääräinen keskusläpimitta on samaa suuruusluokkaa kuin mitä vastaavissa mittaustutkimuksissa on yleensä havaittu. Sitä vastoin pituus on edelleen lyhentynyt aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna. Myös kapeneminen oli pienempi kuin aiemmissa aineistoissa. — Nämä vertailut näkyvät seuraavasta jaotelmasta.

	Keskimääräinen		latva- kapene- minen mm/m
	keskusläpimitta	pituus	
	mm	cm	
Nisula 1967	226	677	7.6
Rikkonen 1974	222	545	..
Heiskanen			
ja Salmi 1976	219	513	8.1
Tämä tutkimus 1978	228	507	7.1

Kun esillä olevan tutkimuksen aineistossa kapeneminen on pienempi kuin siinä materiaalissa, johon kontrolloitavat muuntoluvut

perustuvat, luultavaa on, että tukkien keskitilavuus on esillä olevassa tutkimuksessa alhaisempi kuin mitä kontrolloitavat luvut ovat.

Kapenemistunnus on muutenkin mielenkiintoinen. Kuvassa 1 on esitetty latvakapenemisen riippuvuus kuorellisesta latvaläpimitasta sekä käsillä olevan että Heiskasen ja Salmen (1976) tutkimuksen mukaan.<sup>1)</sup> Voidaan havaita, että pieniin ja suuriin latvaläpimitaluokkiin kuuluvat tukit kapenevat enemmän kuin keskiluokissa. Heiskasen ja Salmen (1976) tutkimuksessa riippuvuus oli loivempi kuin käsillä olevassa tutkimuksessa.

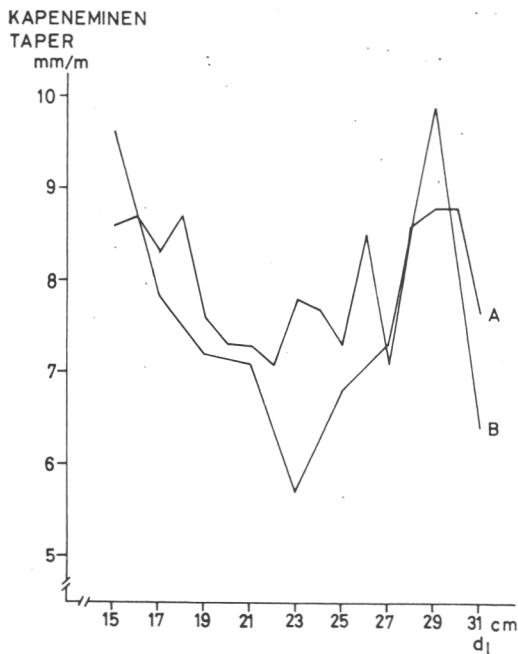
Tutkitussa aineistossa keskimääräinen latvakapeneminen oli vaakasuorassa suunnassa mitattuna 7,1 mm/m ( $s = 5,1$ ). Vastaava latvakapeneminen oli ohuimpien läpi-

mittojen mukaan 7,4 mm/m, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä vaakasuorassa suunnassa mitattuun kapenemiseen.

Tukkien pituudesta on jo aiemmin mainittu, että se oli hieman alhaisempi kuin mitä 1970-luvulla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu. Heiskasen ja Salmen (1976) tutkimukseen verrattuna keskipituus oli kuitenkin vain 6 cm alhaisempi. Pituuden riippuvuus latvaläpimitasta oli molemmissa aineistoissa samanlainen: tukit lyhenivät latvaläpimitan kasvaessa (kuva 2).

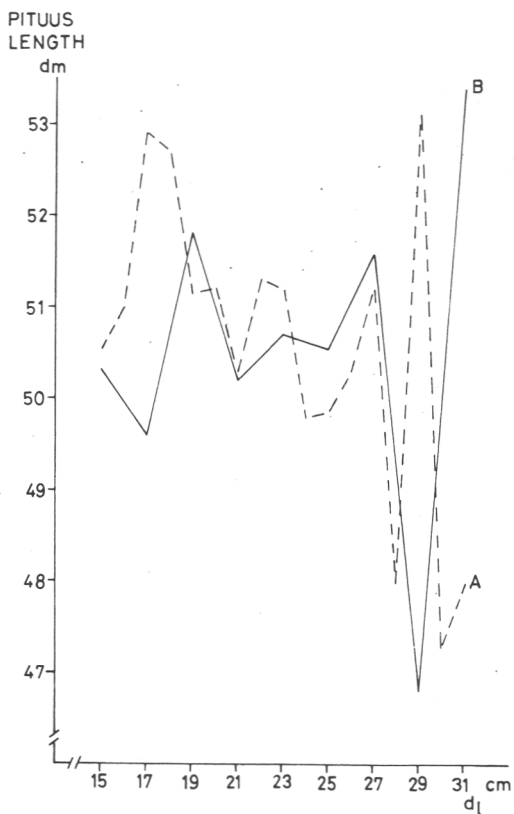
Eripituisten tukkien järeydestä taas voidaan todeta, että poikkeuksellisen lyhyet tukit ovat erityisen järeitä, mutta niitä lukuun ottamatta pituuden lisääntyessä myös tukin järeyks lisääntyy. Kun järeyttä kuvattiin keskisläpimitalla, saatiin kuvan 3 esittämät tulokset. Kuvan mukaan lähinnä 31 ja 34 dm

1) Tässä ja kaikissa myöhemmissä kuvissa on esitetty vain ne luokkien keskiarvot, jotka perustuvat vähintään 10 havaintoon.



Kuva 1. Latvakapeneminen kuorellisen latvaläpimitan mukaan Heiskasen ja Salmen (1976) (A) sekä tässä tutkimuksessa (B).

Fig. 1. Taper from mid-point to top in various top diameter classes over bark in the study of Heiskanen and Salmi (1976) (A) and in this study (B).

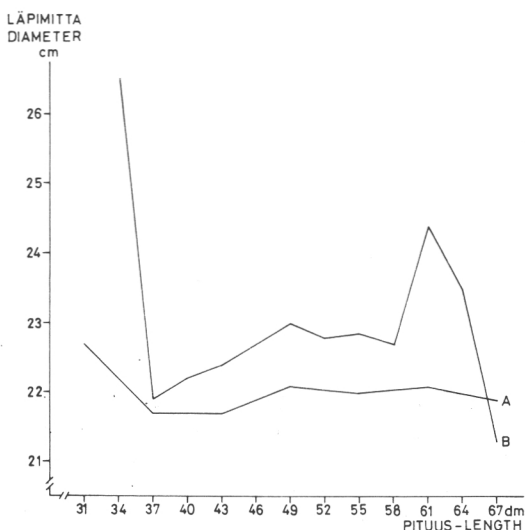


Kuva 2. Eri latvaläpimitaluokkien keskipituus Heiskasen ja Salmen (1976) (A) sekä tässä tutkimuksessa (B).

Fig. 2. Mean length of logs in various top diameter classes in the study of Heiskanen and Salmi (1976) (A) and in this study (B).



pituiset tukit ovat poikkeuksellisen järeitä, mutta tämän jälkeen yli 6 m pituuteen saakka pituuden lisääntyessä myös järeys kasvaa. Heiskasen ja Salmen (1976) tutkimuksessa ilmiö oli vähemmän silmiinpistävä kuin käsillä olevan tutkimuksen aineistossa.



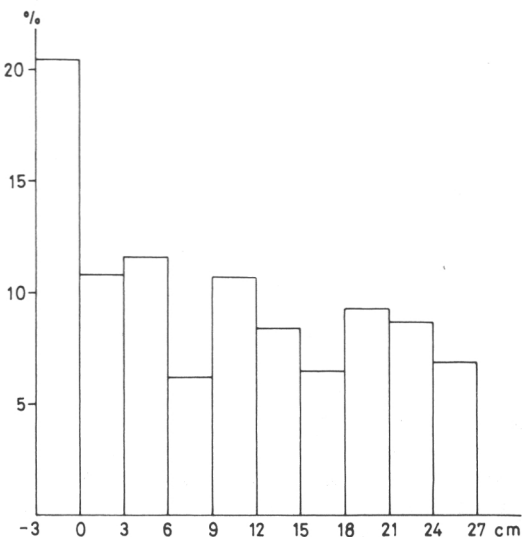
Kuva 3. Eri pituusluokkien keskimääräinen keskuskäpimitta Heiskasen ja Salmen (1976) (A) sekä tässä tutkimuksessa (B).  
Fig. 3. Average diameter at mid-point of various length classes of logs in the study of Heiskanen and Salmi (1976) (A) and in this study (B).

### 32. Tukkien poikkeaminen nimellispituudesta

Kuten aineiston kuvauksen yhteydessä mainittiin, jokaisesta tukista todettiin tarkka pituus sekä nimellispituus. Nimellispituuden määrittelytavasta johtuu, että keskimääräinen tukkien pituus nimellispituuksilla laskien on selvästi alhaisempi kuin tarkoilla pituuksilla laskien. Keskimääräinen ero oli tutkitussa aineistossa 101 mm ( $s = 90$  mm). Toisin sanoen tukkien tarkka pituus oli noin 10 cm suurempi kuin nimellispituus.

Kuvassa 4 on esitetty tarkan pituuden ja nimellispituuden eron frekvenssijakauma. Kun ero on jaettu 3 cm luokkiin, suurimman ryhmän muodostavat tukit, joissa nimellispituus on hieman suurempi kuin todellinen pituus. Kun nimellispituuden määrittelytavasta johtuen nimellispituuden ylit-

täviä pituushavaintoja on paljon runsaammin, keskimääräinen tarkan pituuden ja nimellispituuden ero on kuitenkin positiivinen.



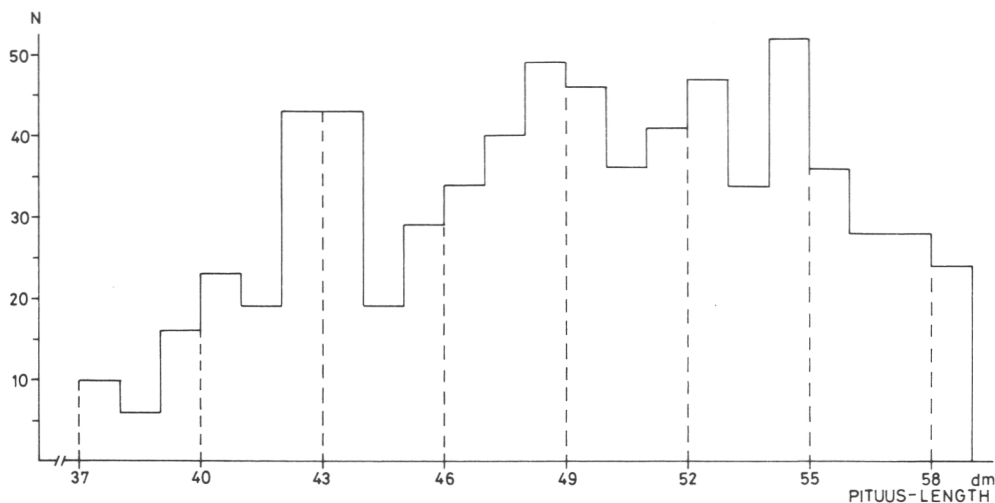
Kuva 4. Tarkan pituuden ja nimellispituuden eron frekvenssijakauma.  
Fig. 4. Frequency distribution of the difference between the actual and nominal length.

Kuvassa 4 huomiota kiinnittää frekvenssijakauman tasaisuus ensimmäistä luokkaa lukuun ottamatta. Tämä merkitsee sitä, että likimain samanlainen jakauma olisi saatu katkottaessa koivuvaneritukit silmävaraisesti ilman mittautusta. Tällöin olisi jokaiseen luokkaan kuulunut 10 % havainnoista. Huonosta mittaustarkkuudesta todistaa myös kuvan 5 esittämä tukkien pituusjakauma väliltä 37—59 dm.

Kun hakkuumiehen tekemiä pituusmerkintöjä ei kontrolloitu, ei tiedetä, mihin pituuteen on kulloinkin pyritty. Aineiston perusteella voidaan joka tapauksessa sanoa, että onnistuminen on ollut heikko ainakin siihen nähden, että vaatimusten mukaan järeä puutavara tulisi mitata  $\pm 3$  cm tarkkuudella (Uudistuva puutavaran. . . 1973).

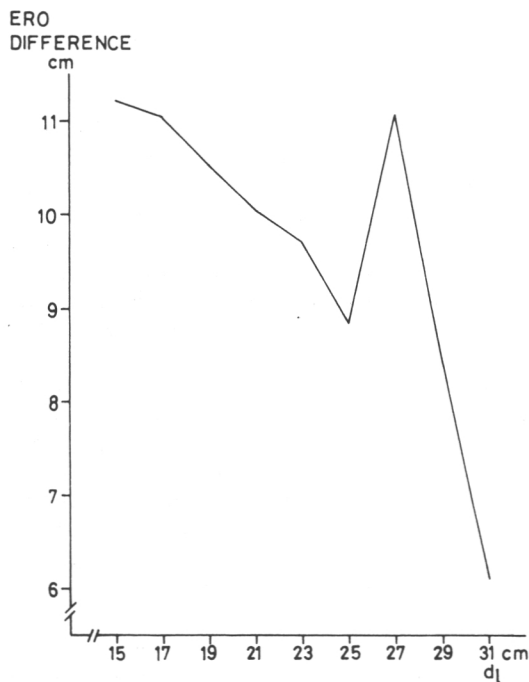
Tarkan pituuden ja nimellispituuden ero näyttää selvästi alenevan tukin latvaläpimitan kasvaessa (kuva 6). Ero pienenee lähes puoleen siirryttäessä pieniläpimittaisista tukeista suuriläpimittaisiin.

Kuvan 6 perusteella voi päätellä, että mitaukseen kiinnitetään enemmän huomiota



Kuva 5. Tukkien pituusjakauma välillä 37—59 dm.  
Fig. 5. Length distribution of logs between 37—59 dm.

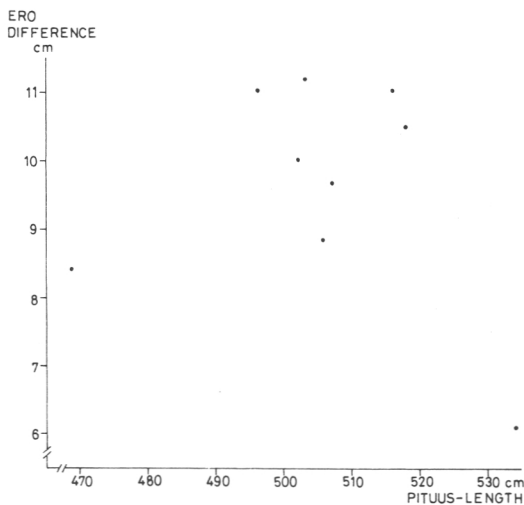
puutavaran järeytyessä. Toisaalta on otettava huomioon aiemmin mainittu tukkien lyheneminen latvaläpimitan kasvaessa. Voi jopa ajatella, että pituuseron pieneneminen aiheutuu todellisuudessa pituuden lyhenemisestä eikä niinkään järeydestä.



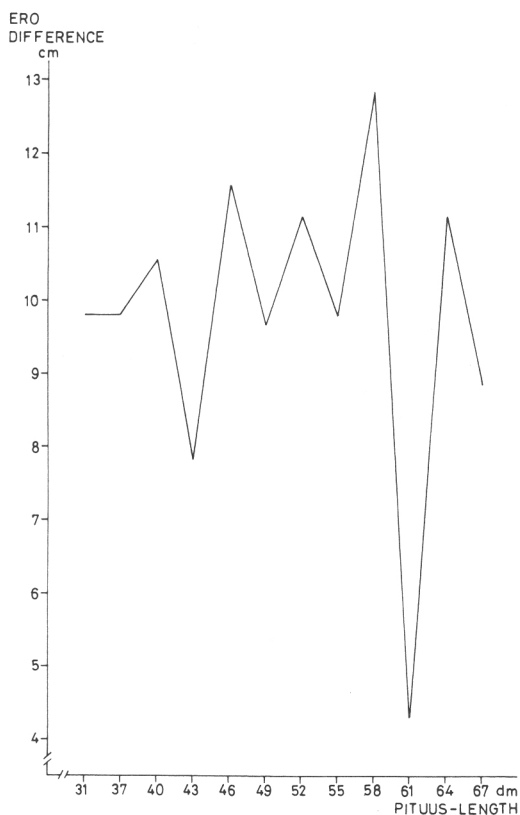
Kuva 6. Tarkan pituuden ja nimellispituuden ero eri latvaläpimitaluokissa.  
Fig. 6. Difference between actual and nominal length in various top diameter classes.

Kun pituuseroa tarkasteltiin eri latvaläpimitaluokkien keskipituuden suhteen, saatiin kuvan 7 esittämä tulos. Kuvan 7 mukaan näyttää ilmeiseltä, ettei kuvassa 6 esitetty riippuvuus läpimitasta johdu suinkaan eri latvaläpimitaluokkien erilaisesta keskipituudesta.

Myöskään eri pituusluokissa vallitsevan keskimääräisen pituuseron tarkastelu ei viittaa siihen, että pituus vaikuttaisi tarkan pi-



Kuva 7. Tarkan pituuden ja nimellispituuden ero eri latvaläpimitaluokkien pituuden mukaan.  
Fig. 7. Difference between actual and nominal length according to the length of various top diameter classes.



Kuva 8. Tarkan pituuden ja nimellispituuden ero eri pituusluokissa.

Fig. 8. Difference between actual and nominal length in various length classes.

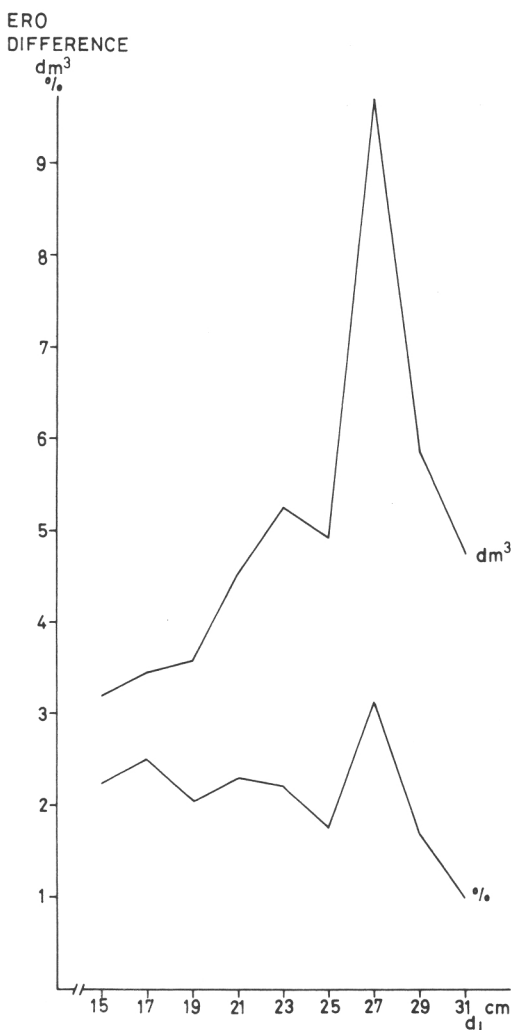
tuuden ja nimellispituuden eroon. Kuvan 8 mukaan tarkan pituuden ja nimellispituuden ero on likimain sama eri pituusluokissa. — Johtopäätökseksi jää näin ollen, että tarkan pituuden ja nimellispituuden suuri ero heijastaa epätarkkaa, tukin pituudesta riippumatonta mittaustapaa. Huolellisuus näyttää kuitenkin lisääntyvän tukin latvaläpimitan kasvaessa.

### 33. Tarkkaa pituutta ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero

Aiemmin on jo todettu, että tarkan pituuden ja nimellispituuden ero pienenee latvaläpimitan kasvaessa. Kun pituusyksikön tilavuus suurenee kuitenkin suhteessa läpimitan toiseen potenssiin, ei voida sanoa, että tilavuusmääräisesti pituuseron merkitys vähenisi. Tätä osoittaa tukin tarkkaa pituutta ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero.

Tämä ero oli keskimäärin  $4,5 \text{ dm}^3$  ( $s = 6,6$ ). Tilavuusero kasvaa selvästi tukin järeytyessä. Sitä vastoin suhteellinen ero, ts. ero prosentteina tukin tilavuudesta, hieman alenee (kuva 9). — Keskimääräinen prosentuaalinen ero oli nimellispituutta vastaavasta tilavuudesta laskettuna  $2,21 \%$  ( $s = 3,2$ ).

Tarkkaa pituutta ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero on suuri sekä absoluuttisesti että suhteellisesti tukin tilavuudesta. Esimerkiksi suhteellista lukua, yli  $2 \%$ , kannattaa verrata pystymittauksessa



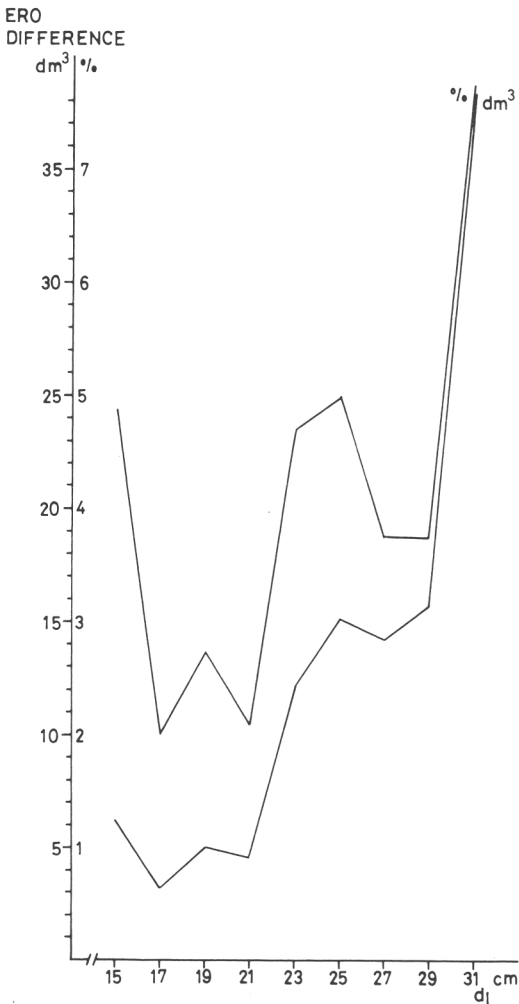
Kuva 9. Tarkan tilavuuden ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero  $\text{dm}^3$  ja % tukin tilavuudesta eri latvaläpimitaluokissa.

Fig. 9. Difference between the actual volume and volume corresponding to nominal length in  $\text{dm}^3$  and in per cent of the volume in various top diameter classes.



sovellettavaan tarkkuusvaatimukseen. — Kuten tunnettua, pystymittauksen tulosta korjataan, mikäli uusintamittauksessa on saatu yli 4 % poikkeava tulos (Leimikon pystymittaus. . . 1975, s. 49).

Väärinkäsityksien välttämiseksi on korostettava, ettei käsillä olevan tutkimuksen perusteella ole tiedossa, missä suhteessa ovat toisiinsa hakkuumiehen pituusmittaukseen



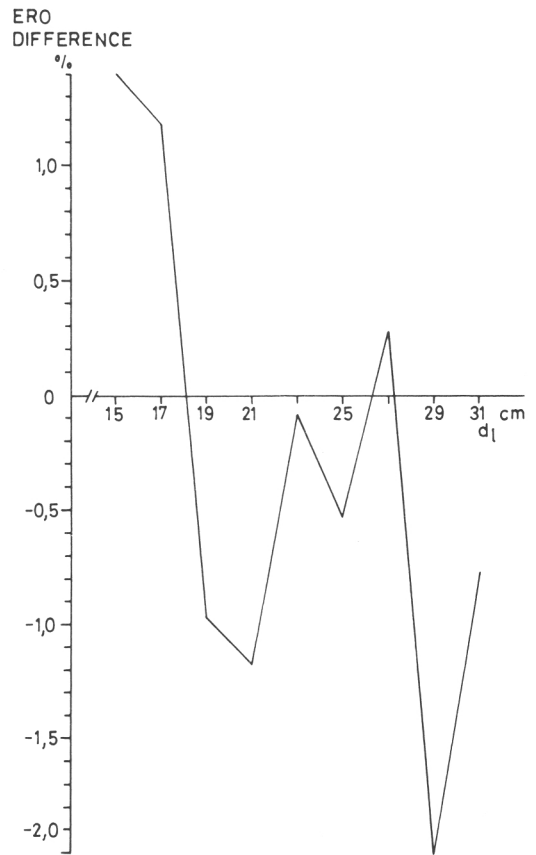
Kuva 10. Nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero  $dm^3$  ja % tukin tilavuudesta eri latvaläpimittaluokissa. Keskustilavuus perustuu 1 mm tarkkuudella mitattuun läpimittaan.

Fig. 10. Difference between the actual volume corresponding to nominal length and the volume based on mid-point diameter in  $dm^3$  and in per cent of the volume in various top diameter classes. The mid-point diameter is measured to an accuracy of 1 mm.

perustuva tilavuus ja tarkkaa pituutta vastaava tilavuus. Käsitelty tilavuusero kuvaa todellista tilannetta ainoastaan siinä tapauksessa, että nimellispituus mitataan luovutusmittauksessa tms. tarkasti sovitulta meneteltäytöjia noudattaen (Uudistuva puutavaran. . . 1973).

### 34. Nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero

Kuten tunnettua, nykyisin käytettävä koi-vutukkien mittaamenetelmä perustuu läpimitan toteamiseen pituuden puolivälistä 2 cm luokkaväliä käyttäen. Kun kuhunkin keskusläpimittaluokkaan kuuluvien tukkien yhteinen pituus kerrotaan kyseisen luokan



Kuva 11. Kahden cm luokkaväliin perustuvan keskustilavuuden ja tarkan keskustilavuuden ero % tukin tilavuudesta eri latvaläpimittaluokissa.

Fig. 11. Difference between the volume based on mid-point diameter using 2 cm interval, and 1 mm interval in per cent of the volume in various top diameter classes.

yksikkökuutioluvulla, saadaan läpimittaluokan tukkien kiintotilavuus. — Vähemmän tunnettua lienee, että nykyisin sovellettavat yksikkökuutioluvut ovat yksinkertaisesti keskusläpimittaluokkien luokkavälin keskipisteiden pinta-aloja. Toisin sanoen on oletettu, että keskustilavuus on tukiin todellinen tilavuus. Tätä ajatusta on perusteltu mm. sillä, että vaakasuorassa suunnassa mitattujen läpimittojen mukaan määritelty keskusmuotoluku näyttää aiheuttavan likimain yhtä suuren, mutta vaikutukseltaan päinvastaisen tilavuuden muutoksen kuin epäpyöreys (Heiskanen ja Salmi 1976, s. 4).

Edellä olevan perusteella on kiintoisaa tarkastella, millainen on nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero. Tämä ero osoittaa nimittäin tukiin tietyllä tavalla määritellyn todellisen tilavuuden ja nykyisen mittaamenetelmän mukaisen tuloksen välisen eron.

Kun tukiin keskustilavuus määritettiin millimetrin tarkkuudella mitatun keskusläpimitan perusteella, keskimääräiseksi nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden eroksi saatiin  $8,3 \text{ dm}^3$  ( $s = 17,4$ ). Kun ero ilmaistiin prosentteina tukiin tilavuudesta, prosenttilukujen keskiarvoksi saatiin  $3,2 \%$  ( $s = 6,7$ ).

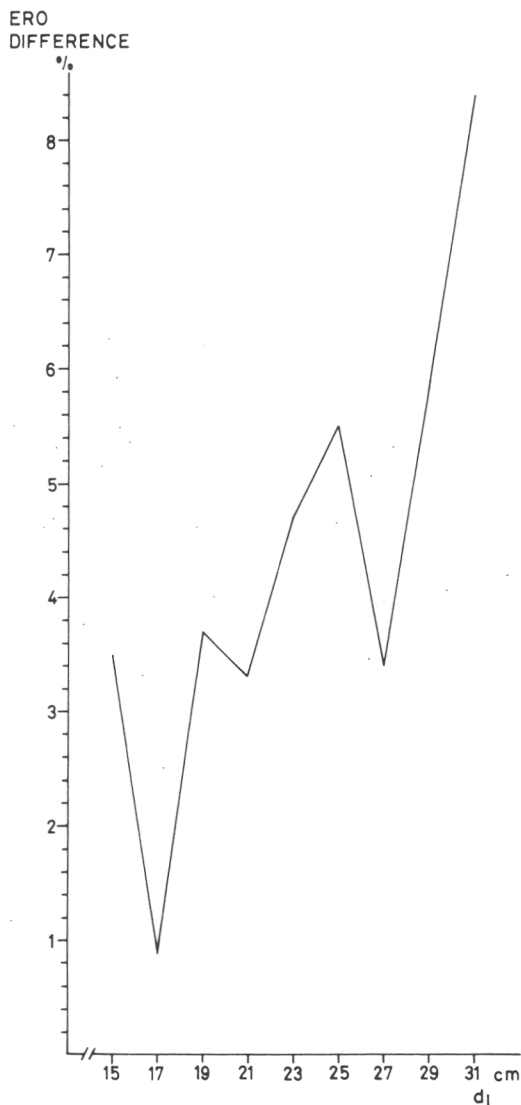
Kuvassa 10 on esitetty sekä absoluuttisen että suhteellisen eron riippuvuus latvaläpimitasta. Erityisesti absoluuttinen ero lisääntyy selvästi latvaläpimitan suuretessa. Suhteellinen ero on pienimmillään keskikokoisissa tukeissa.

Kuvassa 10 esitetty tulos ilmentää läpimittaluokituksesta riippumatonta tilavuuksien eroa. Käytännössä täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että vallitsevan tavan mukaan keskusläpimitta mitataan 2 cm luokkaväliä käyttäen. Tästä luokituksesta aiheutuu sekä satunnaisia että systemaattisia tilavuuseroja.

Kuvassa 11 on esitetty käsillä olevan tutkimuksen aineistosta saadut tulokset. Voidaan havaita, että pienissä latvaläpimittaluokissa 2 cm luokkaväliin perustuvan keskustilavuuden ja tarkan keskustilavuuden ero on positiivinen, mutta suurissa tukeissa yleensä negatiivinen. Prosenttilukujen keskiarvo oli  $-0,3 \%$  ( $s = 5,2$ ). — Koko aineistoa ajatellen luokituksesta aiheutuva virhe ei siis ole olennainen.

Kuvassa 11 esitetty riippuvuuden suunta

saattaa vaikuttaa yllättävältä (vrt. esim. Nylander 1959, liite 2). On kuitenkin otettava huomioon, että esim. 15 cm latvaläpimittaluokassa keskimääräinen keskusläpimitta on noin 17 cm. Kun 2 cm luokkaväliä käytettäessä useimmat havainnot ovat 17 cm



Kuva 12.

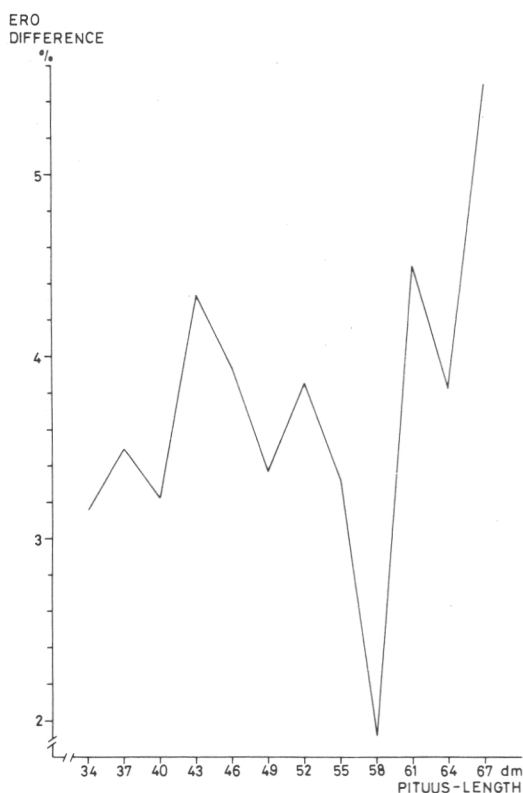
Nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero % tukiin tilavuudesta eri latvaläpimittaluokissa. Keskustilavuus perustuu 2 cm luokkaväliin läpimitan mittauksessa.

Fig. 12.

Difference between the actual volume corresponding to nominal length and the volume based on mid-point diameter in per cent of the volume in various top diameter classes. The mid-point diameter is measured using 2 cm class interval.

luokkaan kuuluvia, mutta 19 cm kuuluvia on lukuisammin kuin 15 cm luokkaan kuuluvia, saatu tulos läpimittaluokituksen vaikutuksesta on kuitenkin ymmärrettävissä. — Selvää nimittäin on, että 15 cm latvaläpimittaluokkaa tarkasteltaessa keskusläpimitä ei voi olla alle 14 cm 2 cm luokkaväliä käytettäessä, koska tukit kapenevat keskeltä latvaan päin.

Kun luokkavälistä aiheutuva ilmiö otetaan huomioon, nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero muuttuu hieman. Tukiin nimellispituutta vastaavasta tilavuudesta lasketut suhteelliset arvot on esitetty kuvassa 12. Siitä voidaan havaita, että suhteellinen tilavuusero kasvaa selvästi tukiin latvaläpimitan suureudessa. — Keski-



Kuva 13. Nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden ero % tukiin tilavuudesta eri pituusluokissa. Keskustilavuus perustuu 2 cm luokkaväliin läpimitan mittauksessa.

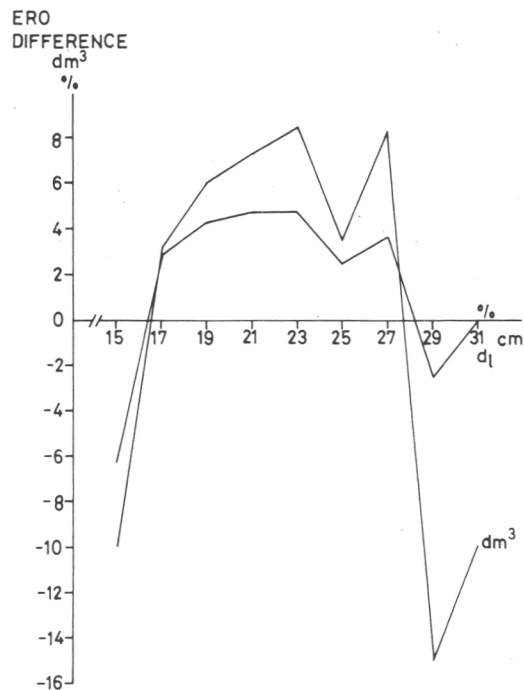
Fig. 13. Difference between the actual volume corresponding to nominal length and the volume based on mid-point diameter in per cent of the volume in various length classes. The mid-point diameter is measured using 2 cm class interval.

määräinen absoluuttinen ero oli  $9,2 \text{ dm}^3$  ( $s = 20,8$ ). Vastaava prosenttilukujen keskiarvo oli 3,5 ( $s = 8,3$ ).

Selvää on, että leimikot poikkesivat toisistaan. Alhaisin suhteellinen ero oli mittauksessa 18 ja suurin mittauserässä 29. Prosenttilukujen keskiarvot olivat näillä leimikoilla 0,1 ja 9,3 %. Vaihteluväli oli siis 9,2 prosenttiyksikköä. Tukkiluvulla painottamaton mittauserien keskimääräisten prosenttilukujen keskiarvo oli 3,7 % ( $s = 2,3$ ).

Edellä nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja 2 cm läpimittaluokituksen perustuvan keskustilavuuden ero kasvaa hieman myös pituuden lisääntyessä (kuva 13). Tällainen tulos voidaan teoreettisesti perustella mm. katkaistun kartion ollessa kyseessä (Kärkkäinen ja Salmi 1978, s. 19).

Tarkasteltu tilavuusero on helposti muunnettavissa toisiksi tunnuksiksi, koska tukiin pituus oli sama sekä nimellispituutta vastaa-

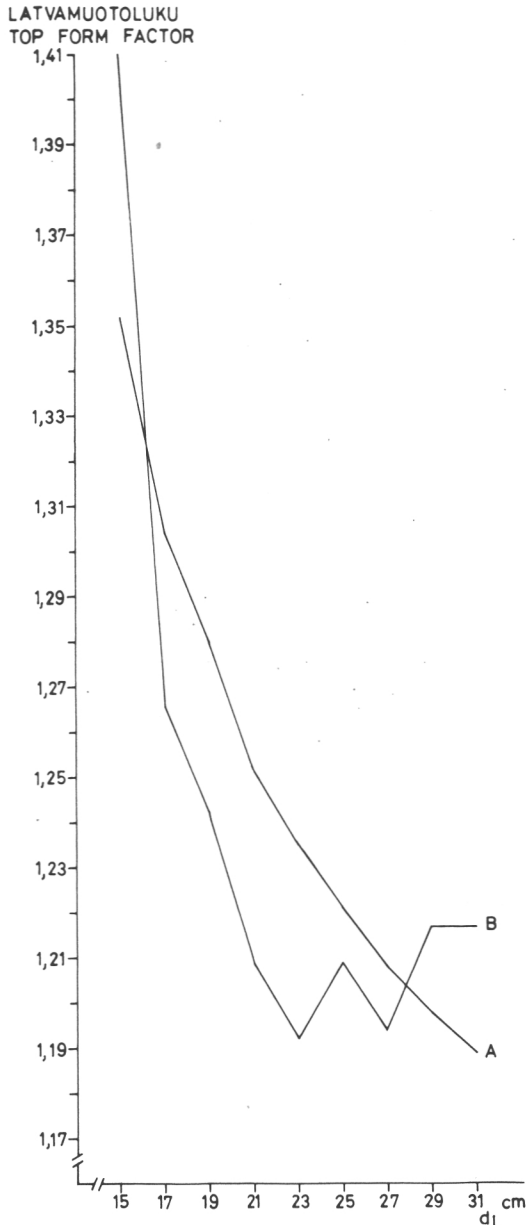


Kuva 14. Taulukkotilavuuden ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero  $\text{dm}^3$  ja % tukiin tilavuudesta eri latvaläpimittaluokissa.

Fig. 14. Difference between the volume derived from a table (Folia For. 287) and the actual volume corresponding to nominal length in  $\text{dm}^3$  and in per cent of volume in various top diameter classes.



vaa tilavuutta että keskustilavuutta määrittäessä. Näin ollen suhteellisen eron prosentuaalisesta tunnuksesta päästään keskusmuotolukuun yksinkertaisesti jakamalla prosenttiluku sadalla ja lisäämällä tulokseen luku 1. Siten aineistossa oli keskusmuotolu-



Kuva 15. Eri latvaläpimittaluokkien latvamuotoluku Heiskasen ja Salmen (1976) (A) sekä tässä tutkimuksessa (B).

Fig. 15. Top form factors of different top diameter classes in the study of Heiskanen and Salmi (1976) (A) and in this study (B).

kujen keskiarvo 2 cm läpimittaluokitusta käytettäessä 1,0354 ja millimetrin tarkkuudella mitattua keskusläpimittaa käytettäessä 1,0324. — Nämä keskusmuotolukujen keskiarvot ovat sangen lähellä Rikkosen (1974) esittämään laajaan aineistoon perustuvaa lukua 1,039. Vähäinen ero saattaa johtua esimerkiksi tyvitukkien erilaisesta osuudesta ja mahdollisesti hieman myös erilaisesta tukkien pituudesta.

### 35. Taulukkotilavuuden ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero

Taulukkotilavuudella tarkoitetaan jäljempänä sitä tukin tilavuutta, joka saadaan Heiskasen ja Salmen (1976) tutkimuksen tuloksista kuorellisen latvaläpimitan ja nimellispituuden perusteella. — Kuten tutkimuksen johdannossa mainittiin, juuri näiden lukujen käyttökelpoisuuden testaaminen oli yksi päätavoite.

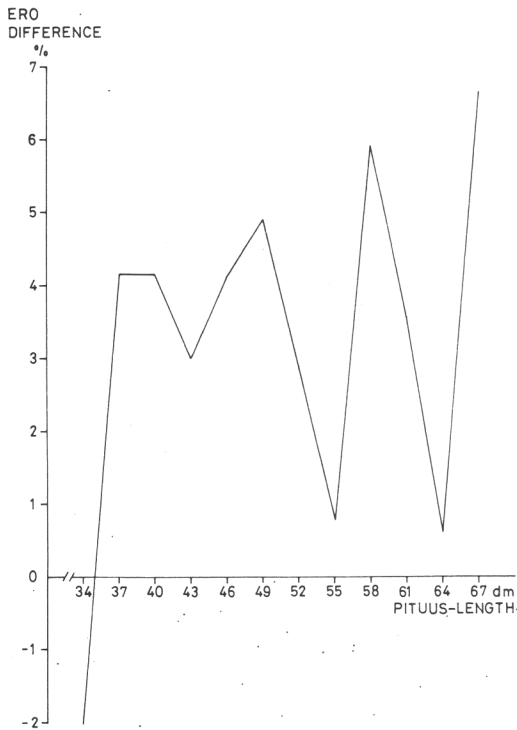
Tutkitussa aineistossa taulukkotilavuus oli keskimäärin suurempi kuin nimellispituutta vastaava tilavuus. Keskimääräinen tukin tilavuusero oli 4,8 dm<sup>3</sup> (s = 26,1). Ero oli positiiviseen suuntaan suurimmillaan latvaläpimitan mukaan tarkastellen keskikokoisissa tukeissa ja suurimmillaan negatiiviseen suuntaan pienissä ja suurissa tukeissa (kuva 14). Sama ero näkyy luonnollisesti latvamuotoluvuista (kuva 15).

Prosentuaalinen ero tukin tilavuudesta oli keskimäärin 3,5 % (s = 11,4). Prosentuaalinen ero oli eri läpimittaluokissa samaa suuruusluokkaa, joskin se näytti hieman pienevän latvaläpimitan kasvaessa (kuva 14).

Tukin pituudella ei ole olennaista vaikutusta eron prosentuaaliseen suuruuteen, joskin ero näyttää lievästi kasvavan tukin pidentyessä (kuva 16).

Mittauserittäiset prosentuaalisten erojen keskiarvot poikkesivat huomattavasti toisistaan. Viidellä leimikolla taulukkotilavuus oli alhaisempi kuin nimellispituutta vastaava tarkka tilavuus. Suurin ero tähän suuntaan oli mittauserässä 29, jossa prosenttilukujen keskiarvo oli —6,7 %. Useimmilla leimikoilla taulukkotilavuus oli selvästi suurempi. Suurin ero tähän suuntaan oli mittauserässä 18, jossa prosenttilukujen keskiarvo oli 14,4. Näin ollen prosenttilukujen vaihteluväli oli 21,1.

Mittauserittäisten prosenttilukujen keskiarvojen keskiarvo oli 3,6 % (s = 4,5).



Kuva 16. Taulukkotilavuuden ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero % tukin tilavuudesta eri pituusluokissa.

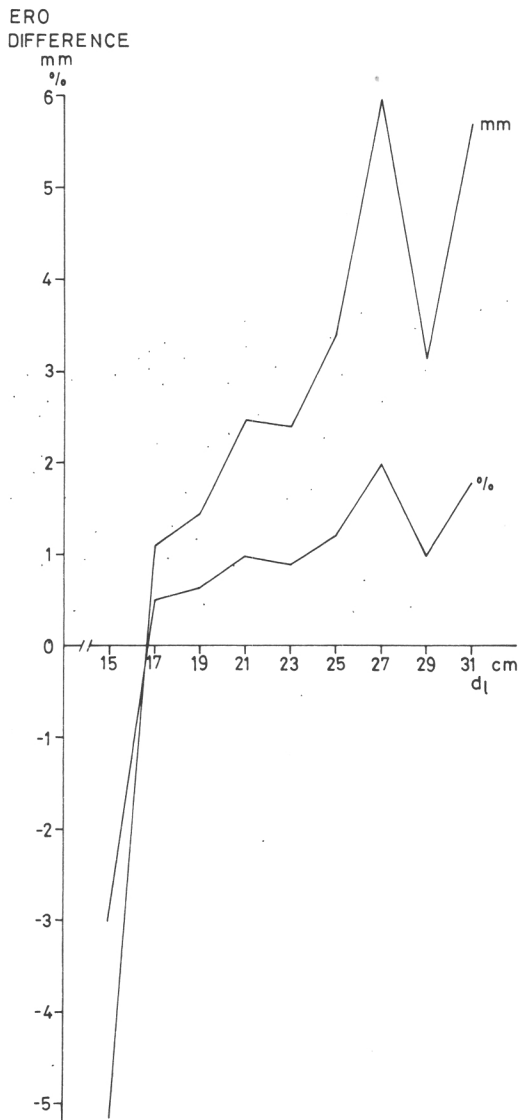
Fig. 16. Difference between the volume derived from a table (Folia For. 287) and the actual volume corresponding to nominal length in per cent of volume in various length classes.

### 36. Mittaus suunnan ja epäpyöreiden tarkastelua

Eri mittausmenetelmien täsmällisyyden tarkastelua varten on vielä aiheellista analysoida mittaussuunnan vaikutusta. Yleinen käsitys on, että läpimitan mittaaminen vaakasuorassa suunnassa merkitsee samaa kuin sen mittaaminen satunnaisessa suunnassa (esim. Salmi 1968, s. 7). Toisaalta on tuloksia, joiden mukaan vaakasuora läpimitta on keskimäärin hieman suurempi kuin satunnaisessa suunnassa mitattu läpimitta. Teoreettisesti tällaiset havainnot voidaan perustella maan painovoiman perusteella. Voidaan olettaa, että suorissa, mutta epäpyöreissä tukeissa suurin läpimitta on vaakasuorassa suunnassa, olivatpa tukit sitten kahden tai useamman telan päällä. Sen sijaan mutkaisissa tukeissa suurin läpimitta on kahta telaa käytettäessä pystysuorassa

suunnassa, mutta kolmea telaa tai tasaista alustaa käytettäessä vaakasuorassa suunnassa (Nylinder 1959, s. 9).

Tutkimuksen tulokset tukevat vahvasti Nylinderin havaintoja: näyttää siltä, että läpimitta on vaakasuorassa suunnassa mitattuna keskimäärin suurempi kuin pystysuorassa suunnassa. Tukin pituuden puoli-



Kuva 17. Vaakasuoraan ja pystysuoraan mitatun keskusläpimitan ero mm ja % edellisestä eri latvaläpimitalluokissa.

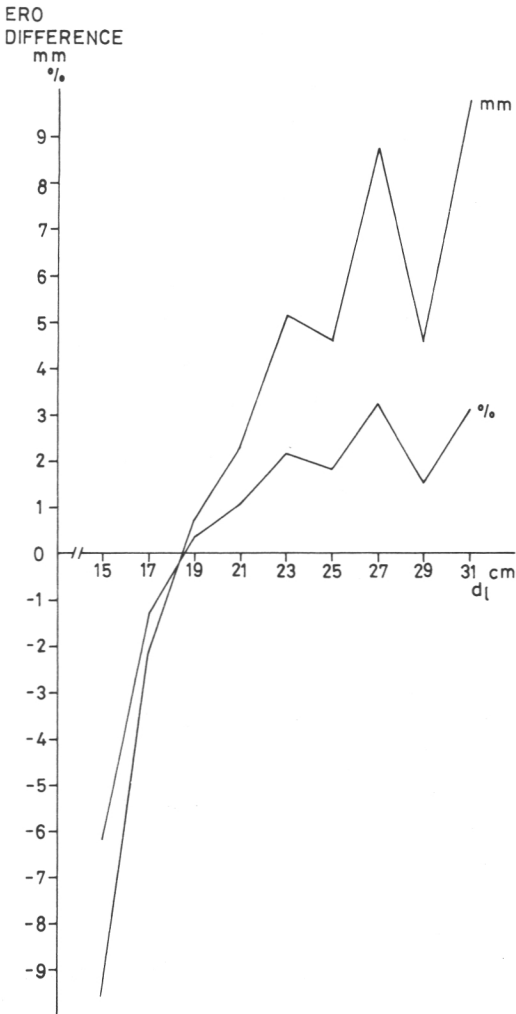
Fig. 17. Difference between the mid-point diameters measured in the horizontal and vertical direction in mm and in per cent of the former in various top diameter classes.

välissä ero oli keskimäärin 2,1 mm ( $s = 10,7$ ) ja latvassa 2,0 mm ( $s = 13,5$ ). Erot ovat tilastollisesti merkitseviä.

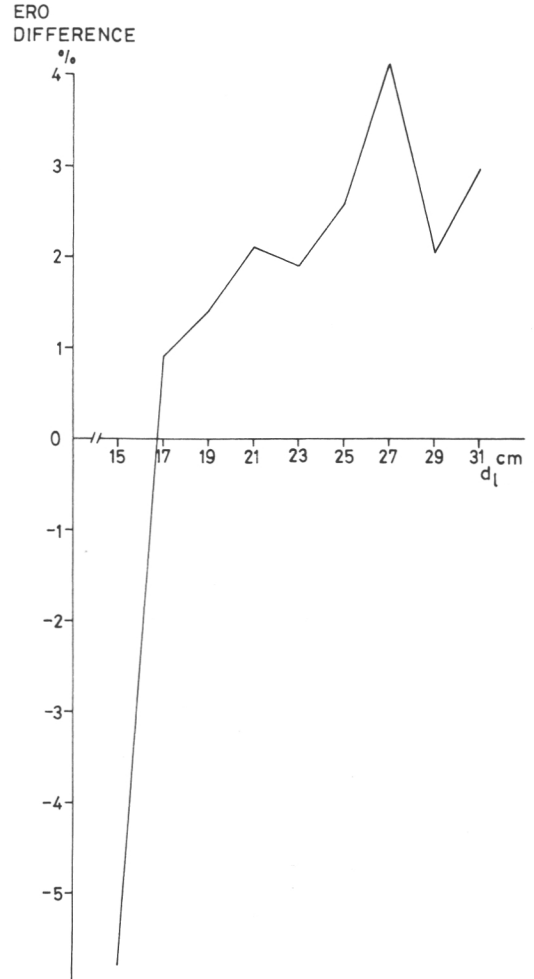
On kiintoisaa, että vaakasuoraan ja pystysuoraan mitattujen läpimittojen ero riippuu selvästi latvaläpimittaluokasta. Kuvassa 17 on esitetty keskusläpimittaa koskevat tulokset ja kuvassa 18 vastaavat latvaläpimitan erot. — Kuvien mukaan pienissä tukeissa pystysuoraan mitattu läpimitta on suurempi kuin vaakasuoraan mitattu. Valtaosassa tukkeja tilanne on kuitenkin päinvastainen.

Pienten tukkien poikkeavuus viittaa siihen, että ne ovat keskimäärin suhteellisen lenkoja, jolloin tukkien ollessa kahden telan päällä suurin läpimitta tulee pystysuoraan suuntaan.

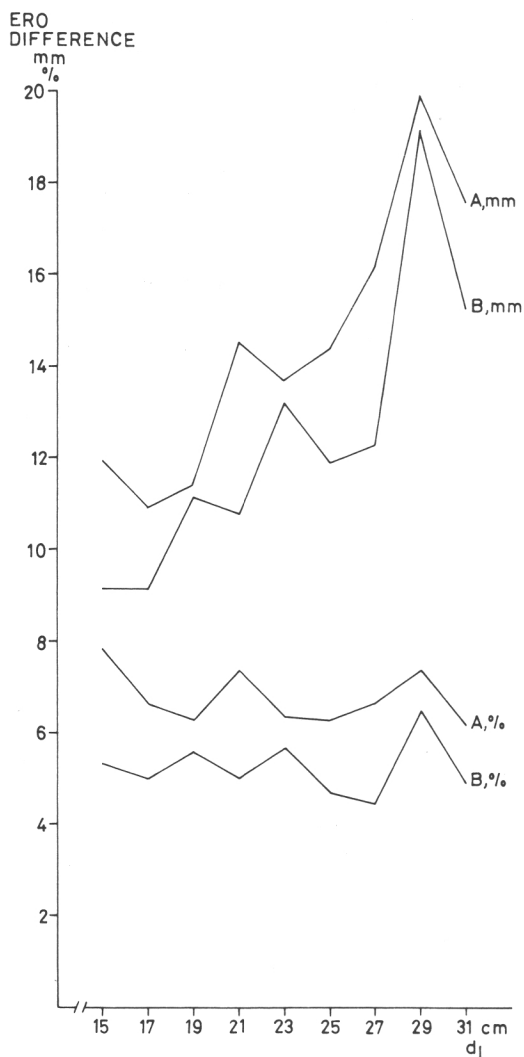
Sekä tukin pituuden puolivälissä että latvassa absoluuttinen läpimittojen ero lisääntyy jatkuvasti latvaläpimitan kasvaessa. Latvassa muutos on kuitenkin jyrkempi. Tästä huolimatta läpimittojen keskimääräinen ero on tukin pituuden puolivälissä ja latvassa likimain sama, koska pienissä tukeissa ero on



Kuva 18. Vaakasuorassa ja pystysuorassa mitatun latvaläpimitan ero mm ja % edellisestä eri latvaläpimittaluokissa.  
Fig. 18. Difference between the top diameters measured in the horizontal and vertical direction in mm and in per cent of the former in various top diameter classes.



Kuva 19. Vaakasuorassa suunnassa mitatun keskustilavuuden ja pystysuorassa suunnassa mitatun keskustilavuuden ero % edellisestä eri latvaläpimittaluokissa.  
Fig. 19. Difference between the volume based on the horizontal mid-point diameter, and the vertical mid-point diameter, in per cent of the former in various top diameter classes.



Kuva 20. Ohuimman ja sitä vasten kohtisuoran läpimitan eron itseisarvo mm ja % edellisestä tukin latvassa (A) ja keskellä (B) eri latvaläpimittaluokissa.

Fig. 20. Absolute difference between the smallest diameter and the diameter at right angles to it in mm and in per cent of the former at the top (A) and mid-point (B) of the log in various top diameter classes.

päinvastainen kuin muissa tukeissa. Myös läpimittojen prosentuaalinen ero on suurempi latvassa kuin tukin keskellä. — Samoin prosentuaalinen ero kasvaa, joskin hitaasti, latvaläpimitan kasvaessa.

Kuvien 17 ja 18 perusteella voidaan päätellä, ettei vaakasuorassa suunnassa mittaminen vastaa satunnaisessa suunnassa mit-

taamista. On perusteltua olettaa, että vaakasuorassa suunnassa läpimitta saadaan keskimäärin liian suureksi. — Tällä ei ole pelkästään akateemista mielenkiintoa. Esimerkiksi kuvassa 17 esitetty prosentuaalinen läpimittojen ero täytyy kertoa kahdella, jotta se osoittaisi likimääräisesti mainitusta läpimittojen erosta tilavuuteen aiheutuvan eron. Esimerkiksi jos läpimittojen ero on noin 1 %, vastaava ero tilavuudessa on noin 2 %. — Keskustilavuuden osalta tämä on esitetty kuvassa 19.

Väärinkäsityksien välttämiseksi kannattaa vielä mainita, että yleensäkin läpimitan käyttäminen poikkileikkauspinnan keskimääräisen säteen neliön asemesta merkitsee poikkileikkauksen ja sitä kautta tilavuuden yliarviointia (Kärkkäinen 1974a, s. 54). Esimerkiksi eräessä haapaa koskevassa tutkimuksessa havaittiin, että satunnaisessa suunnassa mittaaminen aiheutti tilavuuteen 1,8 % yliarvioinnin (Kärkkäinen 1976).

Kun epäpyöreys ei ollut varsinaisesti tutkimuksen aiheena, monipuolisia tunnuksia ei ole käytettävissä. Mielikuvan epäpyöreystä voi kuitenkin saada pienimmän läpimitan ja sitä vastaan kohtisuoran läpimitan avulla. Mainittu kohtisuora läpimitta ei ole välttämättä suurin läpimitta, kuten empiirissä tutkimuksissa on voitu myös koivun osalta osoittaa (esim. Kärkkäinen 1975).

Kuvassa 20 on esitetty ohuimman ja sitä vasten kohtisuorassa olevan läpimitan eron itseisarvo absoluuttisina ja suhteellisina lukuina. Kuvaajat on esitetty latvaläpimittaluokittain erikseen pituuden puolivälistä mitatuille läpimitoille ja latvaläpimitoille.

Läpimittojen absoluuttinen ero kasvaa selvästi latvaläpimitan suureudessa. Sitä vastoin suhteellinen ero pysyy likimain samana. Edellä esitetyllä tavalla määritelty epäpyöreys oli latvassa suurempaa kuin pituuden puolivälissä sekä absoluuttisesti että erityisesti suhteessa läpimittaan. Tulos on siis samanlainen kuin havupuilla, joilla epäpyöreys on keskirungossa pienempi kuin latvasa tai myös tyvessä (Tiihonen 1961, s. 52—53).

Läpimittojen suhteellinen ero on vähäisempi kuin mitä on havaittu koivuilla ja haavalla aiemmissa tutkimuksissa suurimman ja pienimmän läpimitan suhteelliseksi eroksi (esim. Kärkkäinen 1975, 1976). Kun

pienintä läpimittaa vasten kohtisuora läpimitta ei ole kuitenkaan läheskään aina suurin läpimitta, ero on ymmärrettävä. Voi hyvin olettaa, että suurimman ja pienimmän läpimitan ero olisi myös käsillä olevan tutkimuksen aineistossa 7—8 % suuruusluokkaa, kuten aiemmissakin tutkimuksissa on havaittu.

### 37. Mittaussuunnan ja epäpyöreiden huomioinnin ottaminen mittauksessa

Aiemmin esitetystä on ilmennyt, että mitattaessa läpimitta vaakasuorassa suunnassa tilavuus saadaan liian suureksi. Tiedossa ei kuitenkaan ole, kuinka suuri yliarviointi on. Ei voida olettaa, että pystysuoraan mitattava läpimitta olisi satunnainen. Jonkinlaisen likiarvon mahdollisesta systemaattisesta virheestä saanee siten, että jakaa vaakasuoraan ja pystysuoraan mitattuja läpimittoja vastaavan suhteellisen tilavuuseron kahdella. Kun pystysuoraa mittausuuntaa vastaava tilavuus oli keskimäärin 1,89 % pienempi kuin vaakasuoraa läpimittaa vastaava tilavuus, likimääräinen arvio systemaattisesta tilavuuserosta on siis 0,9 %. Arvio on kuitenkin hyvin epävarma.

Edellä olevan perusteella tulee alentaa lähes prosentin verran sellaista "tarkkaa" kiintotilavuutta, joka perustuu vaakasuorassa suunnassa mitattuihin läpimittoihin. Tämän lisäksi on otettava huomioon varsinainen epäpyöreys, jonka vuoksi myös ehdottoman satunnaisessa suunnassa mitattu läpimitta antaa virheellisen poikkipinta-alan ja sitä kautta tilavuuden.

Laajimpaan vanerikoivuaineistoon perustuvat tulokset epäpyöreystä on esittänyt Rikonen (1974). Kun oikeana poikkipinta-alana pidettiin ellipsin kaavalla saatavaa tulosta, jossa tekijöinä olivat ohuin läpimitta ja sitä vastaan kohtisuora läpimitta, vaakasuoraan läpimitaan perustuva poikkipinta-ala oli keskimäärin 2,9 % liian suuri. Ellipsin kaavalla ei kuitenkaan saada aivan oikeaa tulosta. Kärkkäisen (1975) tutkimuksen mukaan pienintä läpimittaa ja kohtisuoraan sitä vasten mitattua läpimittaa käytettäessä ellipsin kaava antaa keskimäärin 0,56 % liian pienen tuloksen koivutukien ollessa kyseessä. Näin ollen Rikosen (1974) tuloksista saatava ellipsin poikkipinta-ala on kerrottava luvulla 1,0056 todellisen pinta-alan saamiseksi.

Kun edellä esitetty pienehkö korjaus otetaan huomioon, Rikosen (1974) esittämistä tuloksista voidaan laskea seuraava jaotelmalla, joka osoittaa korjauskertoimet muunnettaessa vaakasuoraan läpimitaan perustuva poikkipinta-ala todelliseksi pinta-alaksi. Läpimitat tarkoittavat tässä tapauksessa tukin puolivälistä mitattuja kuorellisia läpimittoja.

Läpimitta cm	Korjauskerroin
17	1,010
19	0,988
21	0,981
23	0,976
25	0,974
27	0,969
29	0,966
31	0,974

Aiemmin on kuvassa 12 esitetty prosenttiluvut, jotka osoittavat keskustilavuuden ja nimellisipituutta vastaavan tilavuuden suhteellisen eron. Kun em. jaotelmassa olleista korjauskertoimista vähennetään luku 1 ja tulos kerrotaan 100:lla, saadaan prosenttiluvut, jotka ovat vertailukelpoisia kuvan 12 lukuihin. — Voidaan todeta, että edellä esitetyssä jaotelmassa oleva, epäpyöreystä johtuva korjaus on likimain samansuuruinen kuin kuvassa 11 esitetty keskusmuotoluvusta johtuva ero, mutta vastakkaisuuntainen. Kun nämä korjaukset siis vaikuttavat eri suuntiin, voidaan yhtyä Heiskasen ja Salmen (1976, s. 4) mainintaan, että keskusmuotoluvun vaikutus voidaan jättää likimain huomiotta ja pitää näin ollen keskustilavuutta oikeana tilavuutena. Tähän samaan johtopäätökseen viittaa myös aiemmin mainittu seikka, että mitattaessa läpimitat vaakasuorassa suunnassa saadaan hiukan liian suuri tilavuus.

Edellä esitetyt arvioinnit eri suuntaan vaikuttavista tekijöistä ovat karkeita. Käytetyt aineistot poikkeavat laadultaan ja laajuudeltaan toisistaan, eikä monia kysymyksiä ole lainkaan selvitetty. Nykyisin käytettävissä olevan tiedon mukaan voidaan kuitenkin sanoa, että eri mahdollisuuksista on lähinnä keskustilavuutta pidettävä oikeana tilavuutena. Tällöin on otettu huomioon se kanta, että epäpyöreys on otettava huomioon, koska se vaikuttaa mm. hydrostaattisessa punituksessa ja kysymetrimittauksessa. Ratkaisua on siis pidettävä perusteltuna.

#### 4. MITTAUSMENETELMIEN VERTAILUA KESKIMÄÄRIN JA LEIMIKOITTAIN

Aiemmin on jo tarkasteltu suhteellisen yksityiskohtaisesti eri mittausmenetelmien eroja ja mm. riippuvuutta latvaläpimitasta. Tässä yhteydessä esitetään aineiston kokonaisuutta koskevat tulokset sekä tarkastellaan leimikoiden välistä vaihtelua.

Mittausmenetelmien vertailua vaikeuttaa, ettei mitään menetelmää voida pitää perusmenetelmänä, johon muita tuloksia verrataan. Mikäli epäpyöreyttä ei oteta huomioon, oikeana tuloksena tilavuudesta on pidettävä nimellispituutta vastaavaa tilavuutta tai tarkkaa pituutta vastaavaa tilavuutta. Nimellispituuden käyttämistä puoltaa, että se vastaa puutavaran mittaussäännössä esitettyä käsitystä vaadittavasta tarkkuudesta pituuden mittauksessa. Toisaalta tarkkaa pituutta puoltaa se, että käytännössä työn valvonnan ollessa huolellista tukkien keskipituus muodostuu nimellispituutta suuremmaksi.

Mikäli epäpyöreys otetaan huomioon, karkeasti ottaen keskustilavuus vastaa oikeaa tilavuutta. Tällöinkin voidaan valita vielä erilaiset luokkavälit läpimitan mittaukseen.

Seuraavassa jaotelmassa on esitetty, millaisia tuloksia saatiin aineistossa vanerikoivutukkien yhteisestä tilavuudesta.

	Kiintotilavuus		
	m <sup>3</sup>	Suhteelliset arvot	
Nimellispituutta vastaava tilavuus	216,998	100,00	103,96
Tarkkaa pituutta vastaava tilavuus	221,475	102,06	106,10
Keskustilavuus, 1 mm läpimittaluokat	208,741	96,19	100,00
Keskustilavuus, 2 cm läpimittaluokat	207,773	95,75	99,54
Taulukkotilavuus	221,836	102,23	106,27

Jos epäpyöreyttä ei oteta huomioon, tutkitussa aineistossa aiheutti taulukkotilavuuden käyttö lievän yliarvioinnin. Ero oli yli 2 %. Jos nimellispituuden sijasta tarkastellaan tarkan pituuden mukaista tilavuutta, ei sillä ja taulukkotilavuudella ole juuri eroa. Epäpyöreyttä huomioon ottamatta taulukkotilavuus vastasi sangen hyvin todellista tukkien tilavuutta.

Jos epäpyöreys otetaan aiemmin selostetulla tavalla karkeasti huomioon, taulukko-

tilavuuden käyttäminen aiheuttaa selvän tilavuuden yliarvioinnin. Ero on yli 6 %.

Jaotelman perusteella voidaan arvioida, ettei taulukkotilavuuden käytölle ole esteitä puutavaran mittauksessa. Kerätty aineisto tosin viittaa lievään tilavuuden yliarviointiin, mutta johtopäätösten teossa on oltava varovainen. On otettava huomioon, että taulukkotilavuus perustuu yli 6 000 koivuvaneriin aineistoon, kun taas käsillä olevan tutkimuksen kontrolliaineisto käsittää selvästi alle 1 000 tukkia. Taulukkotilavuutta on pidettävä tilastotieteellisessä mielessä oikeampana kuin käsillä olevassa tutkimuksessa saatua tilavuutta.

Jos kuitenkin myös jatkossa saataisiin viitteitä taulukkotilavuuden aiheuttamasta tilavuuden yliarvioinnista, taulukkotilavuuden lukuja olisi helppo muuttaa. Myönteinen suhtautuminen taulukkotilavuuden käyttöön on kuitenkin perusteltua vain silloin, jos epäpyöreyttä ei oteta huomioon. Kuten aiemmin on jo selostettu, R i k k o s e n (1974) sekä käsillä olevan tutkimuksen aineisto viittaavat molemmat siihen, että epäpyöreiden aiheuttama vaikutus voi olla samaa suuruusluokkaa kuin keskusmuotoluvun merkitsemä lisäys keskustilavuuteen. Myös muiden tutkijoiden esittämät vanerikoivutukkien keskusmuotoluvut ovat niin alhaisia, etteivät ne ole ristiriidassa tämän oletuksen kanssa. Esim. N i s u l a (1967) ja F i n n e (1970, 1973) ovat esittäneet seuraavan jaotelman mukaisia tuloksia.

Tutkija	Tukkeja kpl	Keskusmuotoluku
N i s u l a 1967	6921	1,021
F i n n e 1970	30	1,043
F i n n e 1973	920	1,030

Jos epäpyöreys otetaan huomioon, taulukkotilavuuden aiheuttama yliarviointi on selvä ja ilmeisesti kohtuuttoman korkea. Kannattaa kuitenkin korostaa, että tutkitussa aineistossa suuruusluokaltaan yhtä suuren virheellisuuden olisi aiheuttanut tukkien tarkka stereometrinen mittaus epäpyöreyttä huomioon ottamatta. — Keskimääräisiä lukuja ajatellen suhtautuminen taulukkotilavuuteen riippuu siis suhtautumisesta epä-

pyöreiden huomiioon ottamiseen.

Edellä on tarkasteltu koko aineiston keskimääräisiä tuloksia. Eri mittausmenetelmien käyttökelpoisuutta tarkasteltaessa on otettava huomioon myös se täsmällisyys, mikä saavutetaan yksittäisessä mittauksessa. Vaikka valtakunnallisesti tai jollakin suurella alueella jokin sovellettava mittausmenetelmä antaisi keskimäärin oikeita tuloksia tukkien tilavuudesta, menetelmän käyttökelpoisuutta saattaisivat rajoittaa yksittäistapausten suuret poikkeamat oikeasta tilavuudesta.

Tässä suhteessa on mielenkiintoista verrata nimellispituutta vastaavan tilavuuden ja keskustilavuuden eroa sekä toisaalta taulukotilavuuden ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden eroa. Tällöin kumpikin ero on yleensä positiivinen. Aiemmin on jo mainittu, että keskusläpimitaan perustuvaa mitausta käytettäessä keskimääräinen ero oli lähes kaksinkertainen taulukotilavuuden antamaan eroon verrattuna. Tukkia kohti laskettuna ero oli keskustilavuutta käytettäessä 9,2 dm<sup>3</sup> ja taulukotilavuutta käytettäessä 4,8 dm<sup>3</sup>.

Mittauseräkohtaisesti saatava kuva on olennaisesti toinen. Aiemmin esitettyjen tulosten sekä taulukon 2 mukaan keskusläpimitaa käytettäessä mittauseräkohtaisten prosenttilukujen vaihteluväli on alle puolet taulukotilavuuksia vastaavasta prosenttilukujen vaihteluvälistä. Keskusläpimitaa käytettäessä ääritapausten (mittauserät 29 ja 18) prosenttilukujen ero oli 9,2. Vastaava prosenttilukujen ero oli taulukotilavuuden ollessa kyseessä 21,1.

Samaa taulukotilavuuden aiheuttamaa suurempaa satunnaisuutta kuvaa myös mittauseräkohtaisten prosenttilukujen keskihajonta. Kun keskusläpimitaa käytettäessä tämä keskihajonta oli 2,3 prosenttiyksikköä, taulukotilavuutta käytettäessä se oli 4,5 prosenttiyksikköä.

Edellä olevan perusteella voidaan sanoa, että taulukotilavuutta käytettäessä on varauduttava mittauseräkohtaisesti suuriinkin poikkeamiin todellisesta tilavuudesta. Jos tukit mitataan keskusläpimitaan perustuen, mittauseräkohtaiset poikkeamat ovat pienemmät.

Väärinkäsityksien välttämiseksi on vielä korostettava, että kaikki systemaattiset erot voidaan riittävän laajojen aineistojen ja kontrollimittausten avulla poistaa. Sen sijaan kuhunkin menetelmään sisältyvä mittauseräkohtaista vaihtelua aiheuttava komponentti pysyy samana. Tältä kannalta ajatellen keskusläpimitan käyttämisellä on kiistämättömiä etuja, joita eräiden havaintojen mukaan ei voida korvata esimerkiksi tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvon käyttämisellä (K ä r k k ä i n e n 1974 b).

Taulukko 2. Mittauserittäinen mittausmenetelmien vertailu.  
A = nimellispituutta vastaava tilavuus,  
B = keskustilavuus (2 cm läpimittaluokitus)  
C = taulukotilavuus  
D = prosenttilukujen keskiarvot ja standardipoikkeamat.  
Table 2. Comparison of measurement methods by lots.  
A = volume corresponding the nominal length  
B = mid-point diameter volume (class interval 2 cm in diameters)  
C = volume from tables of Folia For. 287  
D = mean and standard deviation of percentages.

Mittauserä Measurement lot	100 (A—B) A	100 (C—A) A
1	1,65	2,44
2	2,75	4,44
3	4,07	8,86
4	3,04	1,65
5	0,30	7,29
6	3,34	4,15
7	5,40	—0,99
8	4,45	3,40
9	2,22	6,15
10	1,81	2,77
11	3,64	2,95
12	3,47	5,17
13	3,16	5,19
14	3,48	3,98
15	0,13	1,72
16	7,10	11,16
17	4,23	0,32
18	0,08	14,42
19	7,89	—4,00
20	2,43	4,59
21	6,95	1,94
22	2,00	—4,23
23	4,11	1,40
24	5,82	2,83
25	5,59	—1,83
26	4,67	7,46
27	0,47	9,69
28	1,63	8,02
29	9,30	—6,69
30	4,46	5,99
31	5,69	2,11
D $\bar{x}$	3,73	3,62
s	2,29	4,52

## 5. YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkastellaan 31 koivutukierän (841 tukkia) perusteella, kuinka täsmällisiä tuloksia tilavuudesta saadaan määrittämällä tilavuus latvaläpimitan ja pituuden perusteella Folia Forestalia 287:ssä olevien muuntolukujen avulla. Lisäksi esitetään havaintoja koivutukkien tilavuusmittaukseen vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimusaineisto oli keskimäärin hieman järeämpää ja tukit hieman lyhyempiä kuin aiemmissa tutkimuksissa. Kapeneminen oli sitä vastoin pienempi kuin aiemmissa aineistoissa. Keskimääräinen keskusläpimitta oli 228 mm, pituus 507 cm ja latvakapeneminen 7,1 mm/m.

Tukkien nimellispituuksien (kolmen desimetrin kerrannaiset) mukaan laskettu nimellispituus oli selvästi alhaisempi kuin tarkkojen pituuksien keskiarvo. Keskimääräinen ero oli tutkitussa aineistossa 101 mm. Ero ei riippunut tukin pituudesta. Sitä vastoin ero pieneni järeyden lisääntyessä. Kun kuitenkin tilavuus kasvaa suhteessa läpimitan toiseen potenssiin, tarkkaa pituutta ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero aleni vain hieman tukin järeytyessä. Keskimääräinen prosentuaalinen tarkkaa pituutta ja nimellispituutta vastaavan tilavuuden ero oli yli 2 %.

Nimellispituutta vastaava tilavuus oli yli 3 % suurempi kuin keskustilavuus samaa nimellispituutta käytettäessä. Tällöin epäpyöreyyttä ei otettu huomioon. Keskimääräisesti saatiin sama tulos käyttämällä keskusläpimitan mittauksessa yhden millimetrin tarkkuutta tai 2 cm luokkaväliä. Sitä vastoin eri latvaläpimittaluokat erosivat toisistaan. Pienissä latvaläpimittaluokissa 2 cm luokkaväliin perustuvan keskustilavuuden ja tarkan keskustilavuuden ero oli positiivinen, mutta suurissa tukeissa yleensä negatiivinen.

Mikäli epäpyöreys otetaan huomioon, keskustilavuutta on pidettävä lähinnä oikeana

tilavuutena.

Kun tukin tilavuus määritetään kuorellisen latvaläpimitan ja Folia Forestalia 287:ssä esitettyjen muuntolukujen avulla, tutkitussa aineistossa yliarviointi oli yli 3 %. Tällöin epäpyöreyyttä ei otettu huomioon. Jos sen vähentävä vaikutus oli mukana, ero oli yli 6 %.

Mittauserittäin tarkasteltuna keskustilavuus poikkesi kulloinkin oikeasta tilavuudesta vähemmän kuin latvaläpimitaan perustuva tilavuus. Tämä merkitsee sitä, että vaikka menetelmät antaisivat keskimäärin yhtä tarkkoja tuloksia, mittauserittaiset poikkeamat ovat latvaläpimittama käytettäessä selvästi suuremmat kuin keskusläpimittaa käytettäessä.

Tutkimusaineistossa voitiin myös todeta, ettei läpimitan mittaus vaakasuorassa suunnassa vastaa satunnaisessa suunnassa mitaamista. Keskimäärin vaakasuorassa mitattu läpimitta oli yli 2 mm suurempi kuin pystysuorassa mitattu läpimitta. Vaakasuoran ja pystysuoran läpimitan ero oli negatiivinen aivan pienissä tukeissa ja kasvoi jyrkästi tukin järeytyessä. Riippuvuus oli samaa muotoa sekä tukin keskellä että latvassa.

Tutkimusaineiston perusteella näyttää siltä, että epäpyöreyyttä huomioon ottamatta Folia Forestalia 287:ssä esitetyt lukuja voidaan käyttää tukkien tilavuuden arvioinnissa ja perustaa mittaus näin ollen kuorelliseen latvaläpimitaan. Tutkittu aineisto viittaa tosin lievään tilavuuden yliarviointiin. Jos epäpyöreys otetaan huomioon, kuten olisi perusteltua pyrittäessä samanlaiseen tilavuustulokseen sekä stereometrisessä mittauksessa että myös hydrostaattisessa punnituksessa ja ksylometrimittauksessa, mainitussa tutkimuksessa esitetyt muuntoluvut antavat tarkistusaineiston mukaan selvästi liian suuren tuloksen.



## KIRJALLISUUTTA

- FINNE, B. 1970. Silmävaraisesti katkotun sahatukin tilavuussuhdemittauksia Etelä-Suomessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 104:1—37.
- 1973. Vanerikoivun tilavuussuhdemittauksia. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 116:1—16.
- HEISKANEN, V. & SALMI, J. 1976. Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot. Summary: Top form factors and unit volumes of birch logs. *Folia For.* 287:1—46.
- KÄRKKÄINEN, M. 1974a. Keskusmuotoluvun perusteita tukkien ja kuitupuun mittauksessa. Summary: Foundations of middle form factor in the measurement of logs and pulpwood. *Silva Fenn.* 8(1):47—88.
- 1974b. Näkökohta tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvoon perustuvasta mäntypölkkyjen kuutiinnista. Summary: A note on the volume based on the mean of butt and top diameters of pine bolts. *Silva Fenn.* 8(2):105—110.
- 1975. Koivu- ja haapatukkien poikkipinta-alan mittaaminen. Summary: Measurement of the cross-sectional area of birch and aspen logs. *Silva Fenn.* 9(3):212—232.
- 1976. Lisähavaintoja haapatukkien poikkipinta-alan mittaamisesta. Summary: Auxiliary observations on the measurement of the cross-sectional area of aspen logs. *Silva Fenn.* 10(4):257—265.
- & SALMI, J. 1978. Tutkimuksia haapatukkien mitauksesta ja teknisistä ominaisuuksista. Summary: Studies on the measurement and technical properties of aspen logs. *Folia For.* 355:1—45.
- Leimikon pystymittaus. Mittausneuvoston hyväksymä mittausohje sopimusehdotuksineen 1975—10—27. 56 s. Moniste.
- NISULA, P. 1967. Tutkimuksia vaneritukkien ja sorvipölkkyjen kuutio- ja painosuhteista. Summary: Studies on the relationships between the volume and weight in veneer logs and bolts for rotary cutting. *Commun. Inst. For. Fenn.* 63(1):1—87.
- NYLINDER, P. 1959. Om noggrannheten vid mätning med Ava mätställ. Summary: Investigation relating to the accuracy of measurement with an Ava measuring instrument. *Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk.* 26:1—34.
- RIKKONEN, P. 1974. Koivuvaneritukkien kuutiointi. Summary: Calculation of the volume of birch veneer logs. *Folia For.* 217:1—12.
- SALMINEN, T.J. 1968. Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Summary: On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on bark. *Folia For.* 51:1—30.
- TIIHONEN, P. 1961. Tutkimuksia männyn kapenemistaulukoiden laatimiseksi. Referat: Untersuchungen über die Aufstellung der Ausbauchungstafeln für Kiefer. *Commun. Inst. For. Fenn.* 53(1):1—120.
- Uudistuva puutavaran mittaus. I Järeä puutavara. 1973. 6 s. Tapiola.







ODC 526.5:176.1 *Betula pendula* & *B. pubescens*  
ISBN 951-40-0371-3  
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Abstract: Control measurements of birch logs. *Folia For.* 377: 1—21.

The precision of the method described in *Folia For.* 287 is analyzed on the basis of measurements made on 31 birch log lots (total number of logs 841). In addition, observations on the factors affecting volume measurement are presented. In the study material the method gave a slight overestimation of the volume when the irregularity of the cross-section was not taken into account, and the length used was the nominal length. If the irregularity is taken into account as it decreases the volume, the volume derived from the mid-point diameter of logs is quite satisfactory, the method described in *Folia For.* 287 in this case giving a distinct overestimation.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 526.5:176.1 *Betula pendula* & *B. pubescens*  
ISBN 951-40-0371-3  
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Abstract: Control measurements of birch logs. *Folia For.* 377: 1—21.

The precision of the method described in *Folia For.* 287 is analyzed on the basis of measurements made on 31 birch log lots (total number of logs 841). In addition, observations on the factors affecting volume measurement are presented. In the study material the method gave a slight overestimation of the volume when the irregularity of the cross-section was not taken into account, and the length used was the nominal length. If the irregularity is taken into account as it decreases the volume, the volume derived from the mid-point diameter of logs is quite satisfactory, the method described in *Folia For.* 287 in this case giving a distinct overestimation.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 526.5:176.1 *Betula pendula* & *B. pubescens*  
ISBN 951-40-0371-3  
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Abstract: Control measurements of birch logs. *Folia For.* 377: 1—21.

The precision of the method described in *Folia For.* 287 is analyzed on the basis of measurements made on 31 birch log lots (total number of logs 841). In addition, observations on the factors affecting volume measurement are presented. In the study material the method gave a slight overestimation of the volume when the irregularity of the cross-section was not taken into account, and the length used was the nominal length. If the irregularity is taken into account as it decreases the volume, the volume derived from the mid-point diameter of logs is quite satisfactory, the method described in *Folia For.* 287 in this case giving a distinct overestimation.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 526.5:176.1 *Betula pendula* & *B. pubescens*  
ISBN 951-40-0371-3  
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Abstract: Control measurements of birch logs. *Folia For.* 377: 1—21.

The precision of the method described in *Folia For.* 287 is analyzed on the basis of measurements made on 31 birch log lots (total number of logs 841). In addition, observations on the factors affecting volume measurement are presented. In the study material the method gave a slight overestimation of the volume when the irregularity of the cross-section was not taken into account, and the length used was the nominal length. If the irregularity is taken into account as it decreases the volume, the volume derived from the mid-point diameter of logs is quite satisfactory, the method described in *Folia For.* 287 in this case giving a distinct overestimation.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.



- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.  
Finnish volume increment functions.
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.  
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakki, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.  
Kokopuun korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- No 334 Järveläinen, Veli-Pekka: Mieli-piteet yksityismetsätaloudessa. Metsänomistajien ja metsäammattimien käsityksiä metsätaloudesta ja sen edistämisestä.  
Opinions in Finnish private forestry. On the opinions of the private forest owners and the forestry experts concerning forestry and its promotion.
- No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.  
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi  
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Väli-varastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen.  
Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrä-tuhoalttius ruokintakokeiden mukaan.  
Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.  
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.  
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakki, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineeksi.  
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia.  
PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.  
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great willow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätalastollinen vuosikirja 1976.  
Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus.  
Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittamisen mittaushähdollisuudet.  
Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löytyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimennävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).  
Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa.  
First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoealojen edustavuus.  
Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa.  
Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus.  
Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.  
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöytöksen perustuvan tietojärjestelmän kokeilu.  
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based on a sample of forest holdings.

- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.  
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.  
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.  
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keskisen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi.  
Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua.  
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability.
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa.  
Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.
- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.  
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuskerrosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa.  
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.  
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla.  
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.  
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryyänänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.  
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.  
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviiulun saannosta.  
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyysillä.  
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.  
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienien satoisuuteen.  
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.  
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Pblebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.  
*Pblebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- 1979 No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.  
Control measurements of birch logs.